

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Oktober 2005 (13.10.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/096009 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01S 7/481**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/051478

(22) Internationales Anmeldedatum:  
1. April 2005 (01.04.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
60/558,580 2. April 2004 (02.04.2004) US

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **LEICA GEOSYSTEMS AG** [CH/CH]; Heinrich-  
Wild-Strasse, CH-9435 Heerbrugg (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BRAUNECKER,**

**Bernhard** [DE/CH]; Haldenweg 10, CH-9435 Rebstein  
(CH). **KIPFER, Peter** [DE/CH]; Neugass 26, CH-9442  
Berneck (CH).

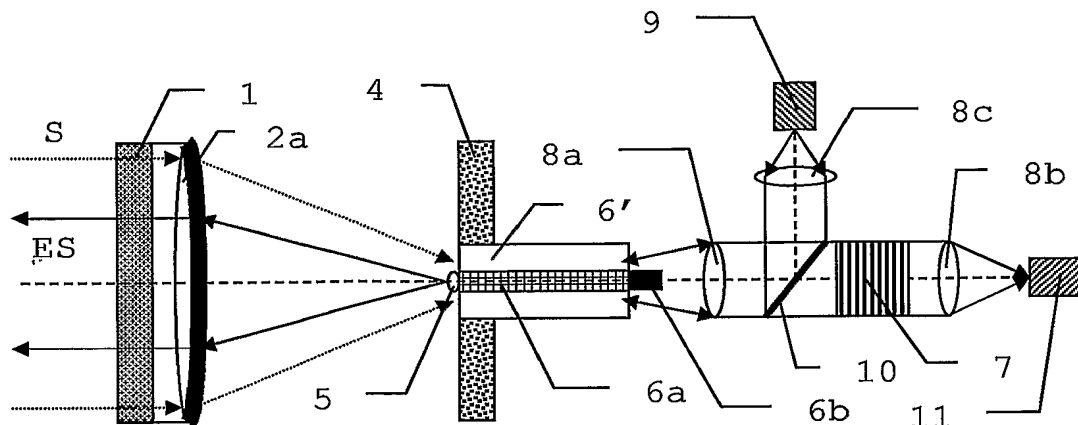
(74) **Anwalt: HARMANN, Bernd-Günther;** Zusammen-  
schluss 204, Büchel Kaminski & Partner, Patentanwälte  
Est., Austrasse 79, FL-9490 Vaduz (LI).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,  
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,  
ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** ELECTRONIC DISTANCE METER FEATURING SPECTRAL AND SPATIAL SELECTIVITY

(54) **Bezeichnung:** ELEKTRONISCHER ENTFERNUNGSMESSER MIT SPEKTRALER UND RÄUMLICHER SELEKTIVITÄT



(57) **Abstract:** Disclosed is a distance meter, particularly for telescope arrays in ground-based or space-based applications for detecting surfaces. Said distance meter comprises at least one radiation source for emitting electromagnetic radiation (ES) onto a target that is to be measured, a receiver unit with a sensor (11) for receiving the radiation (S) reflected by the target and deriving distance data, and a first spectral filter component (4). According to the invention, the angular spread of reception of the reflected radiation (S) is limited by means of at least one spatial filter component (6'), especially a fiber laser as a radiation source and receiver component.

(57) **Zusammenfassung:** In einem Entfernungsmesser, insbesondere für Teleskopanordnungen in erd- oder raumgestützte Anwendungen zur Erfassung von Oberflächen, mit wenigstens einer Strahlungsquelle zur Emission von elektromagnetischer Strahlung (ES) auf ein zu vermessendes Ziel, einer Empfängereinheit mit einem Sensor (11) zum Empfang der von dem Ziel reflektierten Strahlung (S) und zur Ableitung von Entfernungsinformationen und einer ersten spektralen Filterkomponente (4) wird durch wenigstens eine räumliche Filterkomponente (6'), insbesondere durch einen Faserlaser als Strahlungsquelle und Empfängerkomponente, der Empfangswinkelbereich der reflektierten Strahlung (S) eingeschränkt.



WO 2005/096009 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- mit geänderten Ansprüchen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## **Elektronischer Entfernungsmesser mit spektraler und räumlicher Selektivität**

Die Erfindung betrifft einen elektronischen Entfernungsmesser mit spektraler und räumlicher Selektivität nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

In vielen Anwendungen der Entfernungsmessung, vor allem aber bei LIDAR-Messungen (Light Detecting and Ranging), muss ein Nutzsignal der Entfernungsmessung aus einem Strahlungshintergrund gewonnen werden. Dabei kann dessen Intensität um ein Vielfaches über den Intensitäten des Nutzsignals liegen. Allerdings kann dieses Nutzsignal aufgrund seiner Eigenschaften vom Hintergrund durch spektrale oder räumlich ausgebildete Filter separiert werden. Zumeist wird das Messsignal parallel oder coaxial zur Achse des Senders emittiert, so dass das Signal von der meist diffusen zu vermessenden Oberfläche wieder in der Richtung der Achse des Senders zurückreflektiert wird. Ausserdem kann der spektrale Bereich des emittierten Lichtes so gewählt werden, dass die breitbandige Hintergrundstrahlung durch spektral selektive Reflexion oder Absorption abgetrennt werden kann.

Ein typisches Anwendungsgebiet solcher Entfernungsmesser für luft- oder raumgestützten Anwendungen mit LIDAR-Systemen dar, bei denen ausschliesslich oder parallel zur Aufnahme weiterer Grössen eine Entfernungsmessung zu Objekten oder Oberflächen erfolgt und bei denen ein grosser Anteil von Fremd- oder Störstrahlung empfangen wird.

Besondere Anforderungen gelten hierbei für Systeme, die an Bord von Luft- oder Raumfahrzeugen verwendet werden, da zumeist strikte Gewichtsrestriktionen existieren. Zudem treten bei der raumgestützten Anwendung Probleme aufgrund der hohen empfangenen Strahlungsintensitäten und der damit verbundenen thermischen Belastung auf, z.B. durch direkten Sonnenblick oder durch die Eigenstrahlung heißer Oberflächen, wie z.B. Brände oder metallischer Schmelzen. So sollte ein Satellit, der aus einer zirkumpolaren Bahn die Topographie eines Himmelskörpers mit LIDAR abtastet, grundsätzlich die unterschiedlichen Rahmenbedingungen der Tag- und Nachtseite eines Planeten bewältigen können. Dabei liefert die Tagseite einen extremen Anteil an Hintergrundstrahlung, aus dem das zu nutzenden LIDAR-Signal gewonnen werden muss. Ähnliche Schwierigkeiten können aber auch bei erd- oder luftgestützten Anwendungen über stark strahlendem bzw. reflektierendem Untergrund, wie z.B. Eis, Wasser oder Wüstensand, auftreten.

Zur Unterdrückung bzw. Abschirmung der Hintergrundstrahlung wird ein mehrstufiges Filterungskonzept mit spektralen Breitband-, Schmalband- und örtlichem bzw. räumlichem Filter verwendet.

Der spektral breite Anteil der Filter weist zwei separate, im ultravioletten (UV) bzw. im infraroten (IR) Bereich reflektierende Filter auf.

Die UV-Filterkomponente besteht aus einer dielektrischen Mehrschicht-Beschichtung auf der der Aussenseite zugewandten Seite der Instrumenten-Apertur. Die Filterkomponente kann beispielsweise als Schicht auf

einer ZnSe-Platte in der Apertur angebracht werden, wobei Wellenlängen unterhalb von 600 nm absorptionslos reflektiert werden, höhere Wellenlängen hingegen absorptionslos transmittiert werden. Solche Filter sind sehr komplex, aber durch die Beschränkung auf einen Spektralbereich technisch realisierbar.

Die IR-Filterkomponente ist der UV-Filterkomponente nachgelagert und weist einen Goldspiegel auf, der für dieses Wellenlängenband nicht absorbierend ist. Das ZnSe-Trägermaterial der UV-Filterkomponente wiederum gewährleistet einen absorptionsfreien Strahlungstransport zwischen beiden Spiegeln.

Eine räumliche Filterkomponente wird durch die direkte oder indirekte Fokussierung der Strahlung auf den zum Empfang verwendeten Sensor bewirkt, wobei die Sensorfläche als Feldblende wirkt. Die Blendenwirkung kann jedoch auch durch eine dem Sensor vorgelagerte Faser ergänzt oder ersetzt werden. Im Falle eines senkrecht, d.h. in Nadirausrichtung auf die Oberfläche blickenden Systems fällt dabei die relevante Strahlung unter Null Grad ein. Zur Fokussierung kann die der Aussenseite abgewandte Seite der ZnSe-Platte geeignet ausgeformt werden, z.B. als einzelne Linse oder aber auch Linsenanordnung. Die Goldschicht der IR-Filterkomponente ist dann in oder nahe der Brennebene der Linse angeordnet, so dass im Zusammenwirken jegliche ausserhalb der Nadirrichtung einfallende Strahlung reflektiert wird.

Die spektral schmalbandige Filterkomponente ist kompakt ausgeführt, z.B. als Fabry-Perot-Interferometer oder Fiber-Grating, mit einer Bandbreite von  $< 1$  nm um die

LIDAR-Wellenlänge, so dass in Nadirrichtung jegliche Strahlung ausserhalb dieses Bereichs unterdrückt wird.

Durch die mehrstufige Selektion der einfallenden Strahlung kann die Nutzstrahlung des LIDAR-Systems von der Hintergrundstrahlung getrennt werden, wobei durch die Reflektion eine Aufheizung der Anordnung vermieden wird. Diese ‚Thermal Load‘ stellt insbesondere bei Satelliten eine kritische und zu minimierende Grösse dar, da die nötige Kühlleistung von der vorhandenen Energieversorgung genommen werden muss. Somit können Aufnahmen auch gegenüber stark emittierenden Oberflächen, wie z.B. der Tagseite eines sonnennahen Planeten, durchgeführt werden, insbesondere ohne spezielle Kühlvorrichtungen, was zu Verringerungen der Masse um ca. 1,3 kg führt.

Gleichzeitig ist durch die Anordnung bereits eine besonders kompakte Struktur möglich, welche beispielsweise auch zweidimensionale Anordnungen erlaubt. So kann die Innenseite der ZnSe-Platte als 10 x 10-Multilinsenanordnung (Lenslet-Array) ausgebildet werden, so dass bei gleicher numerischer Apertur eine kurze Brennweite und somit eine kurze Bauweise erreichbar ist. Die Linsen können die empfangene Strahlung in die Eintrittsöffnung einer nachgeordneten Faser lenken, wobei diese Fasern entweder zu jeweils einem eigenen Detektor, oder aber auch zu einem gemeinsamen Detektor geführt werden. Zwischen Faserende und Detektor kann dabei die schmalbandige Filterkomponente angeordnet sein. Die Verbindung und mechanische Fixierung von Linsenanordnung und Fasern ist durch eine hexagonale, wabenartige Struktur aus Beryllium realisierbar, so dass bei geringem Gewicht belastbare Strukturen gewährleistet sind.

Durch die Zuordnung einzelner Fasern zu jeweils einem eigenen Detektor kann die detektorseitige Redundanz des Systems erhöht oder sogar in Hinblick auf die Detektion von Einzelphotonen ausgebildet werden, ohne dass grössere Hardware-Modifikationen notwendig werden.

Ein verbleibender Nachteil ist jedoch die räumliche Aufteilung von Sender und Empfängerkomponenten. Obwohl durch die dargestellte Ausführungsmöglichkeit ein kompakter Aufbau grundsätzlich realisierbar ist, weisen dennoch getrennte Sender und Empfänger einen unterschiedlichen Strahlgang und einen Versatz ihrer Achsen auf. Ausserdem müssen in eine Anordnung verschiedene Typen von Komponenten integriert werden, was zu erhöhter technischer Komplexität und gesteigertem Aufwand bei der Fertigung führt. Zudem sind aufgrund der zur Verfügung stehenden Fläche die Leistungen von Sender und Empfänger beschränkt, da eine Zunahme von Zahl oder Fläche der Sendeaperturen die der Empfängeraperturen reduziert.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Entfernungsmesser, insbesondere für Teleskopsysteme bereitzustellen, der baulich vereinfacht ist.

Eine weitere Aufgabe besteht in der Bereitstellung eines Entfernungsmessers mit verbesserter Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Raum-, Flächen- und Gewichtsgrenzen.

Diese Aufgaben werden erfindungsgemäss durch die Gegenstände des Anspruchs 1 oder der abhängigen Ansprüche gelöst bzw. die Lösungen weitergebildet.

Die Erfindung betrifft einen elektronischen Entfernungsmesser mit spektraler und räumlicher Selektivität, insbesondere für Teleskopanordnungen für erd- oder raumgestützte Anwendungen.

Erfindungsgemäss wird die den spektral breitbandigen Filterkomponenten nachgeordnete Faser durch einen Faserlaser gebildet, der als gemeinsame Komponente für Sender und Empfänger Verwendung findet. Hierbei wird durch einen Pumplaser Licht erzeugt und in eine der Stirnflächen des Faserlasers eingekoppelt. Die erzeugte Laseremission wird zur Vermessung verwendet und beim Empfang nach Passieren der breitbandigen Filterkomponenten wieder in den Faserlaser, nun jedoch von der anderen Stirnseite her, eingekoppelt und durch diesen geführt. Da Pump- und Laserlicht unterschiedliche spektrale Bereiche aufweisen, können beide Anteile voneinander separiert werden. Zudem kann eine Zeitdiskriminierung eingeführt werden, die den Zeitverzug durch die endliche Laufzeit des Lidarsignals zu und zurück berücksichtigt. Nach Verlassen des Faserlasers wird das reflektierte Licht über die schmalbandige Filterkomponente auf den Sensor geführt.

Weitere Einzelheiten der Erfindung sowie verschiedene Ausführungsformen werden anhand der Zeichnungen schematisch und beispielhaft dargestellt. Im einzelnen zeigen

Fig.1 die schematische Darstellung der Wirkung der breitbandigen Filterkomponenten;



Fig.2 die schematische Darstellung des Zusammenwirkens der verschiedenen Komponenten;

Fig.3 die schematische Darstellung einer ersten erfindungsgemässen Ausführungsform und

Fig.4 die schematische Darstellung der Anordnungsbeziehung zur Realisierung einer zweiten erfindungsgemässen Ausführungsform.

In Fig.1 wird die Wirkung der breitbandigen Filterkomponenten schematisch erläutert. Unter verschiedenen Winkeln einfallende Strahlung S trifft auf die UV-Filterkomponente 1 als zweiter spektraler Filterkomponente, welche den UV-Anteil UV der einfallenden Strahlung S reflektiert. Der Rest wird über eine ZnSe-Platte 2 geführt, welche eine ausgeformte Linsenstruktur 2a aufweist. Die Linse 2a trägt eine Antireflexbeschichtung 3 zur Verbesserung der Transmission zurückreflektierter Strahlung. Durch diese Anordnung wird auch der infrarote Anteil IR der Strahlung transmittiert, welcher jedoch nach dem Durchgang von einer IR-Filterkomponente 4 als erster spektraler Filterkomponente zurückreflektiert wird, so dass nach einem erneuten Durchgang durch die ZnSe-Platte 2 und die UV-Filterkomponente 1 der IR-Anteil IR den Entfernungsmesser wieder verlässt.

Fig.2 zeigt die schematische Darstellung des Zusammenwirkens der verschiedenen weiteren Komponenten. Nach der ersten in Fig.1 erläuterten Filterung trifft die verbleibende Strahlung auf die räumliche Filterkomponente

6, welche hier als Faser ausgebildet ist. Gleichermassen kann diese Wirkung jedoch auch durch eine Blende oder die Begrenztheit einer Sensorfläche bewirkt werden. Die IR-Filterkomponente 4 ist in den Fokus bzw. Fasereingang verschoben, wobei die hier gewählte Darstellung rein schematisch ist und insbesondere die Grössenverhältnisse von Faser und IR-Filterkomponente 4 nicht exakt dargestellt sind. Jegliche ausserhalb der Nadirrichtung einfallende Strahlung wird durch diese Anordnung reflektiert. Nach der Richtungsselektion durch die räumliche Filterkomponente 6 erfolgt ein weiterer Selektionsschritt durch die schmalbandige Filterkomponente 7 als dritter spektraler Filterkomponente, welche beispielsweise als Fabry-Perot-Interferometer oder reflektierende Gitterstruktur ausgebildet sein kann. Durch das Zusammenwirken der Komponenten wird die einfallende Strahlung S hinsichtlich ihrer spektralen und Richtungsanteile separiert, wobei ein Grossteil der Strahlung reflektiert wird, um ein Aufheizen des Entfernungsmessers zu vermeiden oder zumindest zu vermindern. Zur Vereinfachung sind weitere Komponenten des Strahlgangs, wie z.B. Linsen, in dieser Darstellung weggelassen.

Fig.3 beschreibt die schematische Darstellung einer ersten erfindungsgemässen Ausführungsform mit den in Fig.1 und Fig.2 dargestellten Filterschritten. Einfallende Strahlung S wird über die UV-Filterkomponente 1, ZnSe-Platte 2 mit der Linsenstruktur 2a und die IR-Filterkomponente 4 geführt. Nach dem Durchgang durch diese IR-Filterkomponente 4 erfolgt eine Einkopplung der Strahlung entweder in den multimodigen Teil der Faser (Fall A) oder aber über eine Mikrolinse 5 in den aktiven

Faserkern 6a zur intensitätsmässigen Nachverstärkung (Fall B). Im ersteren Fall muss das detektorseitig gelegene Ende der Faser mit einem Intensitätsstop 6b versehen werden, im Fall B jedoch mit einem schnellen Schalter, z.B. in Art eines Q-Switches. Im Fall B erfolgt dann eine zeitliche Trennung von Emission des Faserlasers und dem Durchschalten zum Sensor 11, so dass bei geöffnetem Schalter der Faserkern 6a als Nachverstärker wirkt. Beide Faserregionen wirken zusätzlich als räumlicher Filter. Der Faserlaser weist beispielsweise einen aktiven Faserkern 6a von 4 Mikrometern Durchmesser auf, wobei die Multimodestruktur einen Durchmesser von ca. 100 Mikrometern besitzt. In der Multimodestruktur wird die empfangene Strahlung S durch den Faserlaser geführt und schliesslich über eine erste Linse 8a, einen dichroitischen Strahlteiler 10, die schmalbandige Filterkomponente 7 und eine zweite Linse 8b auf den Sensor 11 geführt. Parallel zu diesem Empfangsstrahlengang wird die Anordnung jedoch erfindungsgemäss auch zur Emission der zur Messung verwendeten Messstrahlung ES verwendet. Zu deren Erzeugung emittiert eine Pumplichtquelle 9 Licht, welches durch eine dritte Linse 8c kollimiert und über den Strahlteiler 10 und die erste Linse 8a in den Faserlaser eingekoppelt wird. Zur Vermeidung von negativen Einflüssen der Laseremission des Faserlasers auf die Komponenten des Empfängers, insbesondere auf den Sensor 11, weist der Faserlaser ein empfängerseitiges Abschlusselement 6b auf, welches den aktiven Faserkern 6a optisch abdeckt. Die vom Faserlaser erzeugte Messstrahlung ES wird über eine Teleskopanordnung aus Mikrolinse 5 und Linsenstruktur 2a in das für die Emission gewünschte Strahlprofil gebracht. Die optisches

Faser wird somit in einem Vorwärts-Betriebsmodus als Faserlaser im Emissionsmode betrieben, wohingegen in einem Rückwärts-Betriebsmodus die Faser als räumliche Filterkomponente 6' des Empfängers dient. Durch diese zweifache Nutzung werden Emission und Detektion mittels derselben wesentlichen optischen Komponenten bewirkt, so dass eine bauliche Vereinfachung folgt, welche Vorteile in Hinblick auf Raum- und Gewichtsrestriktionen bietet.

Eine Zusammenfassung von mehreren Fasern zu einer zweiten erfindungsgemässen Ausführungsform zeigt Fig.4. Dargestellt ist rein schematisch die Anordnungsbeziehung der Fasern zur Realisierung einer zweiten erfindungsgemässen Ausführungsform. Die ZnSe-Platte 2', weist nun mehrere Linienstrukturen 2a' als Multilinsenarray auf, denen jeweils eine Faser als räumliche Filterkomponente 6' zugeordnet ist. Zwischen jeweiliger Linienstruktur 2a' und dem zugeordneten Fasereingang ist die IR-Filterkomponente 4 angebracht. Diese kann als durchgehende Struktur, aber auch für jede Faser separat ausgebildet werden. Zur Vereinfachung der Darstellung sind weitere Komponenten, wie z.B. Mikrolinsen, nicht dargestellt. Von jeder Faser wird als Faserlaser Messstrahlung ES erzeugt, die wiederum mittels der zugeordneten Linienstruktur 2a' emittiert wird.

Hierbei können die den Fasern nachgelagerten Komponenten ebenfalls für jede Faser separat oder aber für alle oder mehrere Fasern gemeinsam ausgebildet sein bzw. genutzt werden. So kann jeweils einer Faser ein einzelner Sensor zugeordnet werden. Alternativ kann aber auch die

Strahlung mehrerer Fasern auf einen gemeinsamen Sensor geführt werden. Ebenfalls können mehrere Fasern von einer gemeinsamen Lichtquelle gepumpt werden oder aber, wie in Fig.3 gezeigt, über eine eigene Pumplichtquelle verfügen.

Durch die Ausbildung jeder Faser als Empfänger und Sender kann eine Standardisierung der verschiedenen Aperturen in einer Anordnung erreicht werden, so dass sowohl fertigungs- und betriebstechnische Vorteile, wie z.B. koaxiale Anordnung von Sender und Empfänger, folgen, aber auch eine optimierte Nutzung des zur Verfügung stehenden Raums bzw. der Fläche und des Gewichts erreicht werden kann.

## Patentansprüche

1. Entfernungsmesser, insbesondere für Teleskopanordnungen in erd- oder raumgestützte Anwendungen zur Erfassung von Oberflächen, mit wenigstens
  - einer Strahlungsquelle zur Emission von elektromagnetischer Strahlung (ES), insbesondere von Laserlicht, auf ein zu vermessendes Ziel,
  - einer Empfängereinheit mit einem Sensor (11) zum Empfang der von dem Ziel reflektierten Strahlung (S) und zur Ableitung von Entfernungsinformationen aus der empfangenen Strahlung, insbesondere nach dem Pulslaufzeit- oder Phasenmeßverfahren,
  - einer ersten spektralen Filterkomponente (4), insbesondere einem IR-Filter,

**gekennzeichnet durch**

wenigstens eine räumliche Filterkomponente (6,6'), wobei die räumliche Filterkomponente (6,6') so ausgebildet und angeordnet ist, dass der Empfangswinkelbereich der reflektierten Strahlung (S) eingeschränkt wird.

2. Entfernungsmesser nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die räumliche Filterkomponente (6,6') als optisch leitfähige Faser (6) ausgebildet ist, insbesondere mit einer in Empfangsrichtung vorgeschalteten Mikrolinse (5).
3. Entfernungsmesser nach einem der vorangehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die räumliche Filterkomponente (6') ein Faserlaser mit Multimode-Mantel und aktivem Faserkern (6a) ist.

4. Entfernungsmesser nach Anspruch 3,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die reflektierte Strahlung (S) durch den Multimode-Mantel geführt wird, insbesondere mit einer optischen Abdeckung (6b) zwischen dem Faserkern (6a) und dem Sensor (11).

5. Entfernungsmesser nach Anspruch 3,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die reflektierte Strahlung (S) durch den aktiven Faserkern (6a) geführt wird, insbesondere mit einem optischen Schalter zwischen dem Faserkern und dem Sensor (11).

6. Entfernungsmesser nach einem der vorangehenden Ansprüche,

**gekennzeichnet durch**

eine zweite spektrale Filterkomponente (1), insbesondere einen der ersten spektralen Filterkomponente (4) in Empfangsrichtung vorgelagerten UV-Filter.

7. Entfernungsmesser nach einem der vorangehenden Ansprüche,

**gekennzeichnet durch**

eine schmalbandige dritte spektrale Filterkomponente (7) zwischen erster spektraler Filterkomponente (4) und Sensor (11), insbesondere mit einer spektralen

Breite von weniger als 1 nm um die Wellenlänge der emittierten Strahlung (ES).

8. Entfernungsmesser nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die dritte spektrale Filterkomponente (7) eine interferometrische und/oder eine räumlich periodische Struktur ist, vorzugsweise ein Fabry-Perot-Interferometer oder eine reflektierende Gitterstruktur.
9. Entfernungsmesser nach einem der der vorangehenden Ansprüche,  
**gekennzeichnet durch**  
wenigstens zwei räumliche Filterkomponenten (6,6'), insbesondere mit einem zugeordneten Multilinsenarray (2a'), vorzugsweise wobei das Multilinsenarray (2a') als Struktur einer ZnSe-Platte (2') ausgebildet ist.
10. Entfernungsmesser nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
räumliche Filterkomponenten (6,6') und Multilinsenarray (2a') durch eine hexagonale wabenartige Struktur, insbesondere aus Beryllium, fixiert sind.



**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 25. August 2005 (25.08.05) eingegangen;  
ursprüngliche Ansprüche 1-10 durch geänderte Ansprüche 1-10 ersetzt (3 Seiten)]

1. Entfernungsmesser, insbesondere für Teleskopanordnungen in erd- oder raumgestützte Anwendungen zur Erfassung von Oberflächen, mit wenigstens
  - einer Strahlungsquelle zur Emission von elektromagnetischer Strahlung (ES), insbesondere von Laserlicht, auf ein zu vermessendes Ziel,
  - einer Empfängereinheit mit einem Sensor (11) zum Empfang der von dem Ziel reflektierten Strahlung (S) und zur Ableitung von Entfernungsinformationen aus der empfangenen Strahlung nach dem Pulslaufzeit- oder Phasenmeßverfahren,
  - einer ersten spektralen Filterkomponente (4), insbesondere einem IR-Filter,**gekennzeichnet durch**

wenigstens eine räumliche Filterkomponente (6,6'), wobei die räumliche Filterkomponente (6,6') so ausgebildet und angeordnet ist, dass der Empfangswinkelbereich der reflektierten Strahlung (S) eingeschränkt wird.
2. Entfernungsmesser nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die räumliche Filterkomponente (6,6') als optisch leitfähige Faser (6) ausgebildet ist, insbesondere mit einer in Empfangsrichtung vorgeschalteten Mikrolinse (5).
3. Entfernungsmesser nach einem der vorangehenden Ansprüche,

16  
**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 25. August 2005 (25.08.05) eingegangen;  
ursprüngliche Ansprüche 1-10 durch geänderte Ansprüche 1-10 ersetzt (3 Seiten)]

**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die räumliche Filterkomponente (6') ein Faserlaser  
mit Multimode-Mantel und aktivem Faserkern (6a) ist.

4. Entfernungsmesser nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die reflektierte Strahlung (S) durch den Multimode-Mantel geführt wird, insbesondere mit einer optischen Abdeckung (6b) zwischen dem Faserkern (6a) und dem Sensor (11).
5. Entfernungsmesser nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die reflektierte Strahlung (S) durch den aktiven Faserkern (6a) geführt wird, insbesondere mit einem optischen Schalter zwischen dem Faserkern und dem Sensor (11).
6. Entfernungsmesser nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
**gekennzeichnet durch**  
eine zweite spektrale Filterkomponente (1),  
insbesondere einen der ersten spektralen Filterkomponente (4) in Empfangsrichtung vorgelagerten UV-Filter.
7. Entfernungsmesser nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
**gekennzeichnet durch**  
eine schmalbandige dritte spektrale Filterkomponente (7) zwischen erster spektraler Filterkomponente (4) und Sensor (11), insbesondere mit einer spektralen

17  
**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 25. August 2005 (25.08.05) eingegangen;  
ursprüngliche Ansprüche 1-10 durch geänderte Ansprüche 1-10 ersetzt (3 Seiten)]

Breite von weniger als 1 nm um die Wellenlänge der emittierten Strahlung (ES).

8. Entfernungsmesser nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die dritte spektrale Filterkomponente (7) eine interferometrische und/oder eine räumlich periodische Struktur ist, vorzugsweise ein Fabry-Perot-Interferometer oder eine reflektierende Gitterstruktur.
9. Entfernungsmesser nach einem der der vorangehenden Ansprüche,  
**gekennzeichnet durch**  
wenigstens zwei räumliche Filterkomponenten (6,6'), insbesondere mit einem zugeordneten Multilinsenarray (2a'), vorzugsweise wobei das Multilinsenarray (2a') als Struktur einer ZnSe-Platte (2') ausgebildet ist.
10. Entfernungsmesser nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
räumliche Filterkomponenten (6,6') und Multilinsenarray (2a') durch eine hexagonale wabenartige Struktur, insbesondere aus Beryllium, fixiert sind.

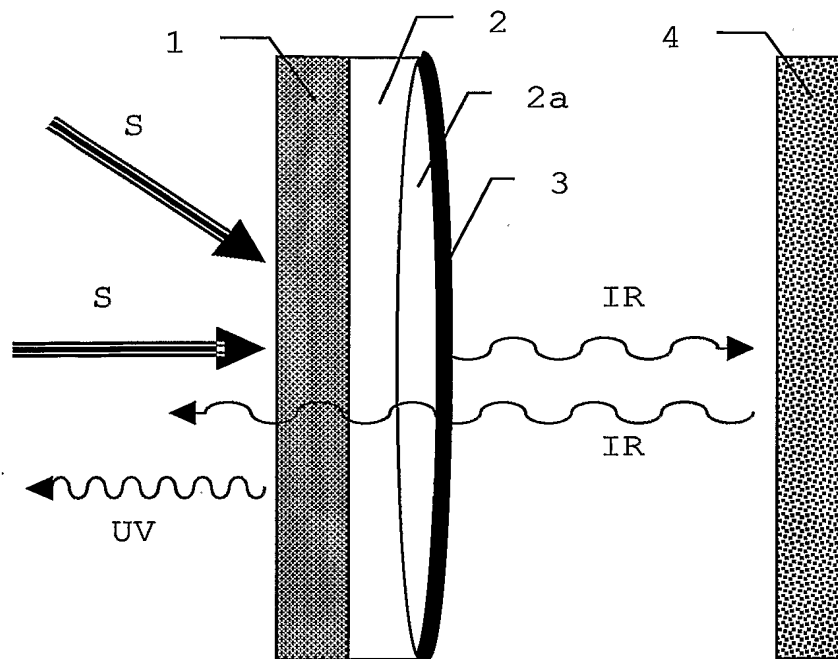


Fig. 1

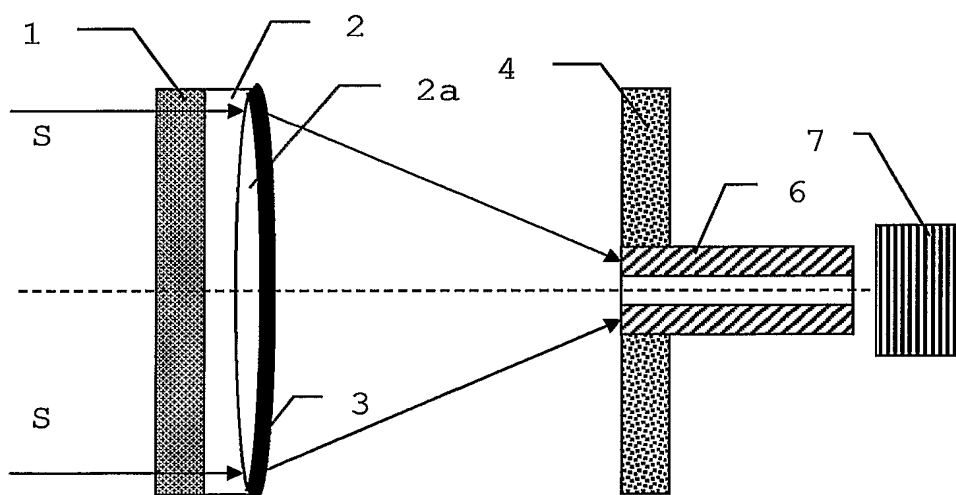


Fig. 2

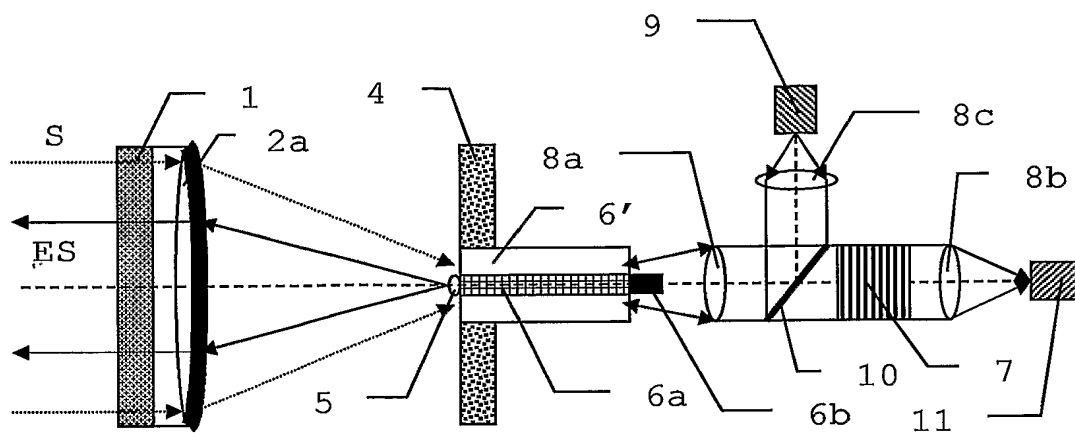


Fig. 3

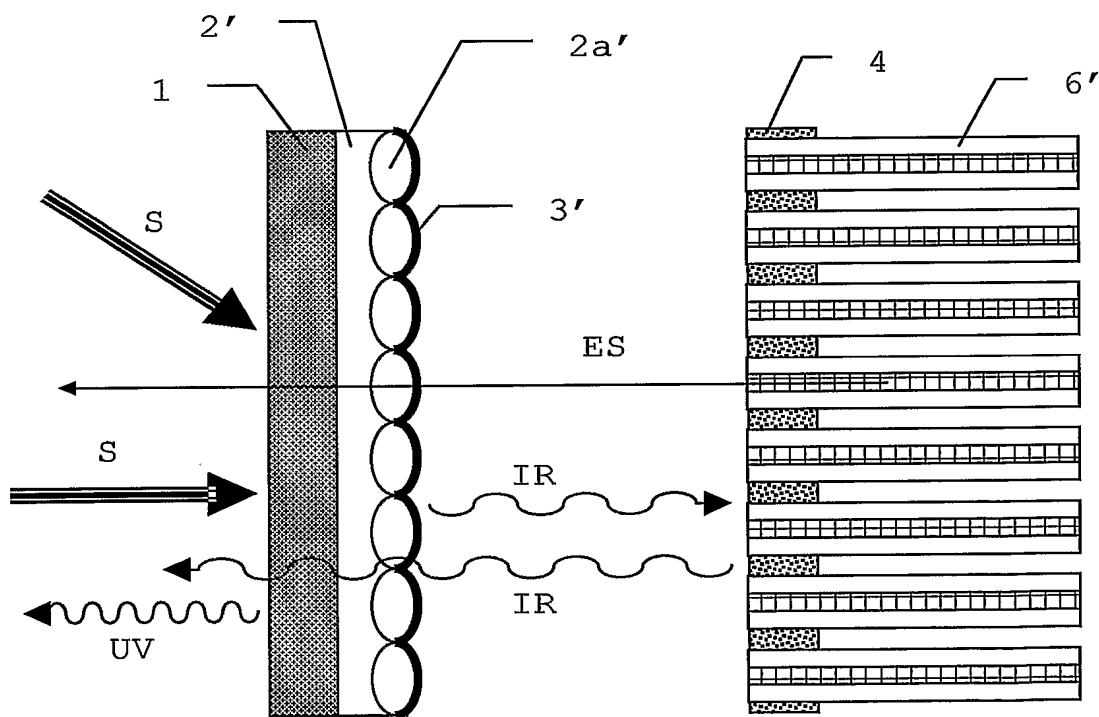


Fig. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/051478

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01S7/481

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MORVAN L ET AL: "Optically pre-amplified lidar-radar" PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING SPIE-INT. SOC. OPT. ENG USA, vol. 4377, 2001, pages 284-293, XP002332680 ISSN: 0277-786X abstract; figures 1,3 Kapitel 1, 2.2, 5.2	1-3,5-10
X	US 6 181 412 B1 (POPESCU ALEXANDRU FLORIN ET AL) 30 January 2001 (2001-01-30) abstract; figure 2 column 1, line 34 - column 4, line 50 ----- -/--	1,2

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 June 2005

Date of mailing of the international search report

01/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Grüb1, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/051478

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 844 603 A (BALUTEAU JEAN MICHEL) 19 March 2004 (2004-03-19) abstract; figures 1,2 pages 1-4 -----	1,2
A	LEDEBUHR ARNO G ET AL: "HiRes camera and lidar ranging system for the Clementine mission" PROCEEDINGS OF THE SPIE, SPIE, BELLINGHAM, VA, US, vol. 2472, 20 April 1995 (1995-04-20), pages 62-81, XP009015978 ISSN: 0277-786X Kapitel "Introduction", "Receiver Optical System", figure 3 -----	1,2,10
A	DE 102 00 362 A1 (BODENSEEWERK GERAETETECHNIK GMBH) 24 July 2003 (2003-07-24) -----	
A	FISCHER K W ET AL: "VISIBLE WAVELENGTH DOPPLER LIDAR FOR MEASUREMENT OF WIND AND AEROSOL PROFILES DURING DAY AND NIGHT" OPTICAL ENGINEERING, SOC. OF PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS. BELLINGHAM, US, vol. 34, no. 2, 1 February 1995 (1995-02-01), pages 499-511, XP000490738 ISSN: 0091-3286 -----	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/051478

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 6181412	B1	30-01-2001	FR	2780163 A1	24-12-1999
FR 2844603	A	19-03-2004	FR	2844603 A3	19-03-2004
DE 10200362	A1	24-07-2003	EP	1335457 A2	13-08-2003
			US	2003202168 A1	30-10-2003



## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/051478

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G01S7/481

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	MORVAN L ET AL: "Optically pre-amplified lidar-radar" PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING SPIE-INT. SOC. OPT. ENG USA, Bd. 4377, 2001, Seiten 284-293, XP002332680 ISSN: 0277-786X Zusammenfassung; Abbildungen 1,3 Kapitel 1, 2.2, 5.2	1-3,5-10
X	US 6 181 412 B1 (POPESCU ALEXANDRU FLORIN ET AL) 30. Januar 2001 (2001-01-30) Zusammenfassung; Abbildung 2 Spalte 1, Zeile 34 - Spalte 4, Zeile 50 ----- -/--	1,2

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Juni 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/07/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Grübl, A

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 2 844 603 A (BALUTEAU JEAN MICHEL) 19. März 2004 (2004-03-19) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Seiten 1-4 -----	1,2
A	LEDEBUHR ARNO G ET AL: "HiRes camera and lidar ranging system for the Clementine mission" PROCEEDINGS OF THE SPIE, SPIE, BELLINGHAM, VA, US, Bd. 2472, 20. April 1995 (1995-04-20), Seiten 62-81, XP009015978 ISSN: 0277-786X Kapitel "Introduction", "Receiver Optical System", Abbildung 3 -----	1,2,10
A	DE 102 00 362 A1 (BODENSEEWERK GERAETETECHNIK GMBH) 24. Juli 2003 (2003-07-24) -----	
A	FISCHER K W ET AL: "VISIBLE WAVELENGTH DOPPLER LIDAR FOR MEASUREMENT OF WIND AND AEROSOL PROFILES DURING DAY AND NIGHT" OPTICAL ENGINEERING, SOC. OF PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS. BELLINGHAM, US, Bd. 34, Nr. 2, 1. Februar 1995 (1995-02-01), Seiten 499-511, XP000490738 ISSN: 0091-3286 -----	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/051478

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6181412	B1	30-01-2001	FR	2780163 A1	24-12-1999
FR 2844603	A	19-03-2004	FR	2844603 A3	19-03-2004
DE 10200362	A1	24-07-2003	EP	1335457 A2	13-08-2003
			US	2003202168 A1	30-10-2003